

Lampiran

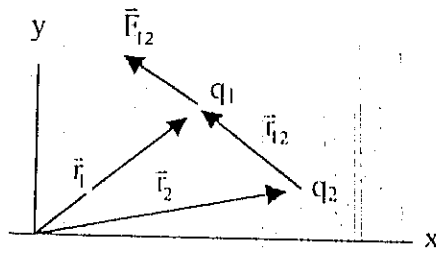
A. Hukum Coulomb

Pada tahun 1736, Charles Augustin de Coulomb menyatakan bahwa gaya interaksi antara dua benda titik bermuatan listrik sebanding dengan muatan masing-masing dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara kedua muatan tersebut, yang kemudian dikenal sebagai Hukum Coulomb. Secara matematis Hukum Coulomb untuk muatan titik ditulis dengan :

$$\vec{F}_{12}(\vec{r}_{12}) = k \frac{q_1 q_2}{|\vec{r}_{12}|^2} \hat{r}_{12} \quad (\text{A.1})$$

$$\vec{r}_{12} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2 ; \hat{r}_{12} = \frac{\vec{r}_{12}}{|\vec{r}_{12}|}$$

dengan \vec{F}_1 adalah gaya pada q_1 yang disebabkan oleh q_2 , \vec{r}_{12} adalah vector jarak dari q_1 ke q_2 , \hat{r}_{12} adalah vektor satuan dalam arah \vec{r}_{12} , dan k adalah tetapan kesebandingan. Dalam satuan SI, \vec{F} dalam newton (N), q dalam coulomb (C), r dalam meter (m), dan $k = 1/4\pi\epsilon$ dengan $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ adalah permitivitas medium dalam C^2/Nm^2 , ϵ_0 adalah permitivitas ruang hampa yang besarnya $8,85 \times 10^{-12} C^2/N.m^2$, dan ϵ_r adalah permitivitas relatif medium atau konstanta dielektrik (tanpa satuan), dalam ruang hampa $\epsilon_r = 1$, sehingga $\epsilon = \epsilon_0$.



Gambar A.1 \vec{F}_{12} gaya pada q_1 disebabkan oleh q_2
[Sumber : Sutrisno, Gie, 1986]

Medan listrik

Medan adalah suatu besaran yang mempunyai harga pada tiap titik dalam ruang atau medium. Gaya coulomb di sekitar suatu muatan listrik membentuk medan gaya listrik atau biasa disebut medan listrik. Muatan yang menghasilkan medan listrik tersebut disebut muatan sumber, sedangkan kuat medan listrik adalah vektor gaya coulomb yang bekerja pada satu satuan muatan (muatan uji) yang diletakkan pada suatu titik dalam medan listrik ini. Bila muatan uji sebesar q' terletak pada \vec{r} relatif terhadap muatan sumber, kuat medan listrik $\vec{E}(\vec{r})$ ditulis dengan :

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}(\vec{r}, q')}{q'} \quad (\text{A.2})$$

dan untuk muatan sumber yang berupa titik di tulis dengan:

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{|\vec{r}|^2} \hat{r} \quad (\text{A.3})$$

$$V = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \left\{ \int_V \nabla' \cdot \bar{P} \left(\frac{1}{|\bar{r} - \bar{r}'|} \right) d\tau - \int_V \left(\frac{1}{|\bar{r} - \bar{r}'|} \right) \nabla' \cdot \bar{P} d\tau \right\} \quad (A.12)$$

dengan mengubah integral volume pada bagian kiri persamaan (A.12) menjadi integral permukaan dengan teorema divergensi, maka:

$$\int_V \nabla' \cdot \bar{P} \left(\frac{1}{|\bar{r} - \bar{r}'|} \right) d\tau = \oint_S \frac{\bar{P} \cdot \hat{n} d\bar{A}}{|\bar{r} - \bar{r}'|} \quad (A.13)$$

$$\text{maka } V = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \left\{ \oint_S \frac{\bar{P} \cdot \hat{n}}{|\bar{r} - \bar{r}'|} d\bar{A} - \int_V \left(\frac{1}{|\bar{r} - \bar{r}'|} \right) \nabla' \cdot \bar{P} d\tau \right\} \quad (A.14)$$

sehingga rapat permukaan muatan polarisasi $\sigma_p = \bar{P} \cdot \hat{n}$ dan rapat volume muatan polarisasi $\rho_p = -\nabla' \cdot \bar{P}$, sehingga rapat muatan polarisasi ditulis dengan :

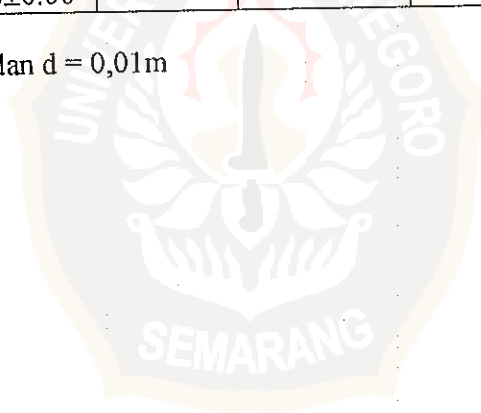
$$q_p = \int_V (-\nabla' \cdot \bar{P}) d\tau + \oint_S \bar{P} \cdot \hat{n} d\bar{A} \quad (A.15)$$

B. Tabel perhitungan

Tabel B.1 pengujian muatan dan rapat muatan pada udara

Suhu (⁰ K)	Udara		Busa		KH ₂ PO ₄ (0%)	
	q (10 ⁻⁶ C)	σ (10 ⁻⁴ C/m ²)	q (10 ⁻⁶ C)	σ (10 ⁻⁴ C/m ²)	q (10 ⁻⁶ C)	σ (10 ⁻⁴ C/m ²)
303	0,15±0,02	4,93±0,59	1,16±0,17	38,67±5,58	1.36±0.26	45.33±08.69
308	0,16±0,01	5,47±0,29	1,40±0,20	46,67±6,67	1.60±0.14	53.33±4.71
313	0,20±0,01	6,53±0,29	1,64±0,17	54,67±5,58	1.84±0.17	61.33±5.58
318	0,23±0,02	7,60±0,76	1,64±0,17	54,67±5,58	2.04±0.17	68.00±5.58
323	0,22±0,02	7,47±0,73	1,92±0,11	64,00±3,65	2.20±0.20	73.33±6.67
328	0,25±0,01	8,40±0,39	2,00±0,14	66,67±4,71	2.40±0.24	80.00±8.16
333	0,24±0,01	8,00±0,47	2,16±0,17	72,00±5,58	2.68±0.11	89.33±3.65
338	0,28±0,02	9,20±0,56	2,36±0,26	78,67±8,69	2.68±0.18	89.33±5.96
343	0,28±0,11	9,33±3,65	2,64±0,09	88,00±2,98		
348	0,36±0,01	12,00±2,98				
353	0,40±0,14	13,33±4,71				
358	0,44±0,09	14,67±2,98				
363	0,48±0,11	16,00±3,65				
368	0,52±0,11	17,33±3,65				
373	0,60±0,00	20,00±0.00				

$V = 80V$, $A = 0,03 \text{ m}^2$, dan $d = 0,01m$



Tabel B.2 Perhitungan konstanta dielektrik sebagai fungsi $\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 2}$ bahan KH_2PO_4 untuk setiap konsentrasi dan temperatur.

Temperatur (K)	Konstanta dielektrik sebagai fungsi $\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 2}$						
	3 M	6 M	9 M	12 M	15 M	18 M	21 M
303	8.386±0.003	8.084±0.005	7.741±0.016	6.780±0.004	6.602±0.004	6.295±0.006	5.927±0.007
308	8.154±0.005	7.844±0.012	7.466±0.010	5.510±0.014	5.510±0.008	5.204±0.000	4.659±0.015
313	7.766±0.011	7.462±0.014	7.011±0.023	3.824±0.018	4.247±0.017	4.043±0.019	3.058±0.034
318	7.500±0.033	7.260±0.021	6.827±0.022	2.366±0.040	2.692±0.041	2.692±0.041	0.707±0.114
323	7.150±0.014	6.960±0.018	6.576±0.021	1.368±0.062	0.941±0.095	-0.640±0.000	-1.582±0.305
328	6.775±0.032	6.474±0.042	4.973±0.075	0.258±0.048	-2.115±0.517	-3.897±19.737	-3.034±0.067
333	6.207±0.067	5.714±0.051	2.979±0.389	-0.421±0.047			
338	5.333±0.098	4.750±0.079	-0.370±1.302				
343	4.286±0.175	3.143±0.185					
348		1.429±0.373					

V = 160 V, A = 0,03 m² dan d = 0,01 m

Tabel B.3 nilai konstanta dielektrik terhadap perubahan konsentrasi dan temperatur.

Suhu (K)	Konstanta dielektrik (ϵ_r)															
	3 M		6 M		9 M		12 M		15 M		18 M		21 M			
	ϵ_r	B	ϵ_r	B	ϵ_r	B	ϵ_r	B	ϵ_r	B	ϵ_r	B	ϵ_r	B	ϵ_r	B
303	16.585	0.637	13.659	3.564	11.280	5.942	7.317	9.905	6.829	10.393	6.098	11.125	5.366	11.856		
308	14.255	2.501	11.915	4.842	9.840	6.916	4.681	12.076	4.681	12.076	4.255	12.501	3.617	13.140		
313	11.429	4.887	9.821	6.494	8.036	8.280	2.857	13.459	3.214	13.102	3.036	13.280	2.321	13.994		
318	10.000	5.897	8.947	6.950	7.456	8.441	1.930	13.968	2.105	13.792	2.105	13.792	1.228	14.669		
323	8.525	6.975	7.869	7.631	6.762	8.738	1.475	14.025	1.311	14.189	0.820	14.680	0.590	14.910		
328	7.302	7.820	6.508	8.614	3.968	11.154	1.079	14.043	0.476	14.646	0.159	14.963	0.302	14.820		
333	5.909	8.853	5.000	9.762	2.273	12.489	0.879	13.883								
338	4.429	9.990	3.714	10.704	0.893											
343	3.250	10.841	2.375	11.716												
348			1.500	12.278												

$V = 160 \text{ V}$, $A = 0.03 \text{ m}^2$ dan $d = 0.01 \text{ m}$

B.4 Perhitungan polarisabilitas bahan KH_2PO_4 untuk beberapa konsentrasi.

Temperatur (K)	Polarisabilitas (α)		
	3 M	6 M	9 M
303	4318.596	4480.960	5127.959
308	7490.452	7361.429	8784.933
313	5294.362	4033.521	3647.282
318	7199.579	6152.209	5160.737
323	7941.322	10303.103	33962.155
328	12404.515	16593.198	43573.404
333	19664.607	21706.843	75390.780
338	24290.933	37264.500	
343		40924.800	

$V = 160 \text{ V}$, $A = 0,03 \text{ m}^2$, dan $d = 0,01 \text{ m}$

